

Procédé de détection d'hydrocarbures dans des couches géologiques.

L'invention concerne les méthodes de détection des hydrocarbures dans les couches géologiques et plus particulièrement les méthodes de détection qui utilisent l'analyse des boues de forage.

5 De nombreuses méthodes sont utilisées aujourd'hui pour détecter la composition des couches géologiques. C'est ainsi que la prospection pétrolière utilise des analyses des roches extraites par des forages exploratoires, des analyses sismologiques, etc...

Depuis quelques années, des études ont été menées pour montrer l'intérêt de l'analyse des teneurs en gaz d'hydrocarbures des boues de forage.

10 La méthode la plus ancienne a été décrite par Pixler, B.O. en 1969 dans "Formation Evaluation by Analysis of Hydrocarbon Ratios", (Journ. Pet. Tech., vol. 21, n° 6) puis complétée par Ferrie en 1981 (Ferrie, G.H., Pixler, B.O., and Allen, S., "Wellsite Formation Evaluation by Analysis of Hydrocarbon Ratios", 83rd Ann. Meeting Ca. Soc. Min. & Met., 1981). Elle consiste à établir les ratios  
15 entre le méthane ( $C_1$ ) et différents hydrocarbures gazeux tels que l'éthane ( $C_2$ ), le propane ( $C_3$ ) et les butanes ( $C_4+$ ). On déduit alors de ces ratios, les caractéristiques potentielles de la zone analysée. C'est ainsi que la demanderesse considère, dans les analyses de terrain menées jusqu'à présent, qu'un ratio  $C_1/C_2$  compris entre 15 et 65 est l'indication d'une zone riche en gaz.

20 Cependant, la méthode décrite par Pixler, ainsi que ses variantes, ne permettent pas une représentation significative d'un large volume de données.

Aussi, toujours en utilisant les teneurs en alcane léger des boues de forage, d'autres ratios plus complexes ont été recherchés comme étant plus représentatifs des teneurs en hydrocarbures des couches géologiques  
25 (Whittaker, M., Sellens, M., Analysis uses alkane ratios from chromatography, Oil & Gas Journal, May 18, 1987).

Le brevet US 2 938 117 de K.H. Schmidt décrit ainsi une méthode d'analyse des teneurs en hydrocarbures de différents puits par analyse de la composition des gaz des puits.

30 Ce brevet montre qu'en établissant un graphique log-log du ratio représentant le ratio de deux espèces d'hydrocarbures gazeux en fonction du ratio gaz/liquide du puit correspondant, il est possible de représenter les évolutions de ce ratio entre gaz sur une droite. Ainsi, muni de cette abaque, la

détection d'une valeur d'un ratio entre deux gaz extraits d'un puits permet de déterminer le ratio gaz/liquide du puits.

Cependant, l'incertitude des mesures liée au système d'analyse ainsi qu'aux différences de qualité de la boue de forage génère une incertitude ou biais qui rend l'interprétation de ces ratios difficiles et sujette à de nombreuses erreurs.

L'objet de la présente invention est donc de réduire, voire supprimer l'incertitude ou biais de ces mesures afin d'en permettre une analyse plus sûre, plus aisée et finalement significative.

Cet objet est atteint en constatant que pour une zone géologique homogène donnée, les points de mesure de la teneur en un premier hydrocarbure  $C_j$  pour une profondeur donnée par rapport à la teneur en un deuxième hydrocarbure  $C_i$  pour cette même profondeur se positionnent sur une droite, et ce pour l'ensemble des couples  $C_j, C_i$ .

Plus précisément, l'objet de la présente invention est atteint en faisant un relevé des teneurs en une pluralité d'hydrocarbures gazeux des boues, ou effluents, générées par un forage de puits, et ceci à différentes profondeurs. Puis à établir pour chaque profondeur, une pluralité de ratios d'hydrocarbures gazeux, deux à deux, et ce pour au moins une plage de profondeur. Parmi cette pluralité de ratios, un sous-ensemble de ratios de référence est choisi pour constituer la signature représentative de la composition en hydrocarbures gazeux de l'effluent dans la au moins une plage de profondeur. Cette signature est formée par au moins une droite prise dans un ensemble de droites, chaque droite représentant un ratio sous la forme de la teneur en un premier hydrocarbure gazeux par rapport à la teneur en un deuxième hydrocarbure gazeux.

Cette signature, caractéristique de la couche géologique correspondante à la au moins une plage de profondeur, est alors comparée avec des signatures de couches de référence afin d'en déterminer leurs caractéristiques en terme de teneur en hydrocarbures.

L'objet de la présente invention est atteint par la mise en œuvre d'un système d'analyse comprenant des moyens d'analyse de la teneur en hydrocarbures gazeux des boues, ou effluents, de forage de puits et des moyens de stockage de ces teneurs en fonction de la profondeur du forage. De plus, ce système comporte des moyens de traitement d'informations et d'affichage tel qu'il permet d'afficher une pluralité de ratios de teneurs d'hydrocarbures gazeux à

profondeur sensiblement identique sous la forme d'une pluralité de graphiques, chaque graphique représentant la teneur en un premier hydrocarbure en fonction de la teneur en un deuxième hydrocarbure pour au moins une plage de profondeur. Au moins un de ces graphiques représente une signature de la  
5 couche géologique pour ladite plage de profondeur. Chaque graphique de la signature représente une droite.

Il est alors possible de superposer les signatures "graphiques" représentant deux ou plus couches géologiques, pour comparaison.

L'invention est aussi relative à la structure de données numériques  
10 enregistrée sur un support de mémorisation pour exécution par un ordinateur. Cette structure de données comprenant des valeurs numériques d'au moins un couple de teneurs en hydrocarbures gazeux. Ces valeurs numériques sont alors représentées sur une droite correspondant à une plage de profondeur, cette droite étant représentative de la signature d'une couche géologique :

- 15 - la figure 1 représente un forage de puits sur lequel est branché une chaîne de mesures et d'analyses ;
- la figure 2A représente la teneur en un hydrocarbure gazeux des boues de forage en fonction de la profondeur ;
- la figure 2B représente la teneur en un premier hydrocarbure gazeux  
20 en fonction de la teneur en un deuxième hydrocarbure gazeux pour une plage de profondeur ;
- la figure 3 représente la superposition pour plusieurs plages de profondeur de la teneur en un premier hydrocarbure en fonction de la teneur en un deuxième hydrocarbure.

25 L'invention utilise les données générées par une chaîne de mesures 2 installée près d'un forage 1 de puits (fig. 1).

Cette chaîne mesure les gaz et en particulier les hydrocarbures gazeux, se trouvant dans les boues de forage.

Cette mesure est bien connue de l'homme du métier car elle a deux  
30 objectifs : un objectif de sécurité pour indiquer le bon fonctionnement des trépan ainsi qu'un indicateur de zones contenant des hydrocarbures.

Une telle chaîne de mesure se compose d'une "trappe à gaz" pour extraire le gaz contenu dans la boue de forage, d'un système de canalisations,

de pompes et de filtres pour amener l'échantillon de gaz sec à l'appareil de mesure et de l'appareil de mesure lui-même.

A ce jour, l'appareil de mesure utilisé est le plus souvent un chromatographe en phase gazeuse rapide, à haute résolution, associé à un  
5 détecteur à ionisation de flamme ou à un spectromètre de masse.

Ces appareils permettent d'atteindre des seuils de détection de quelques parties par million (ppm), pour une pluralité de gaz.

Les données fournies par cet appareil sont alors stockées avec la valeur de la profondeur à laquelle elles correspondent de façon à pouvoir être  
10 analysées par un appareil de traitement de l'information 3 qui peut être un ordinateur de type standard, susceptible d'exécuter un logiciel dédié.

La figure 2A représente le résultat d'une telle mesure pour un hydrocarbure gazeux donné  $C_i$  en fonction de la profondeur  $P$ .

Il est remarquable de constater une grande variabilité de la dynamique  
15 de cette mesure rendant son interprétation délicate.

Selon un aspect remarquable du procédé selon l'invention, la teneur 4 d'un premier et d'un deuxième hydrocarbures gazeux  $C_i$  et  $C_j$  pour une plage de profondeur donnée, sont tracés sur un plan, fig. 2B, dont les coordonnées cartésiennes représentent les valeurs en ppm de ces teneurs, pour ces deux  
20 hydrocarbures gazeux.

Les points de mesure se positionnent alors sensiblement sur une droite ou sur un segment de droite 5 lorsque les points proviennent d'une zone géologique homogène.

Cette droite est caractéristique de cette zone géologique.

25 Selon un autre aspect remarquable de procédé selon l'invention, le graphique précédent est tracé pour différentes plages de profondeur, 6-9 fig. 3.

L'examen de la figure 3 montre que pour ces 4 plages de profondeur représentées, deux d'entre elles 6 et 7 comportent des droites qui se superposent quasiment. Il est donc possible d'en déduire que ces deux plages de  
30 profondeur 6 et 7 correspondent à des couches géologiques ayant des caractéristiques identiques, en termes de teneur en hydrocarbures.

Un schéma de la figure 3 peut aussi être fait pour des mesures correspondantes à des puits différents. Deux droites de même pente indiquent

alors que les plages de profondeur correspondent à une même couche géologique. Il est ainsi possible de déterminer l'étendue d'un champ pétrolifère.

Cette analyse menée sur deux hydrocarbures gazeux peut bien sûr être étendue à d'autres couples d'hydrocarbures gazeux afin de caractériser plus  
5 complètement la plage de profondeur.

L'homme du métier est alors capable de choisir des couples de teneurs et donc des droites ou segments de droites particulièrement représentatifs des caractéristiques en hydrocarbures d'une couche géologique et définissant ainsi une signature de celle-ci.

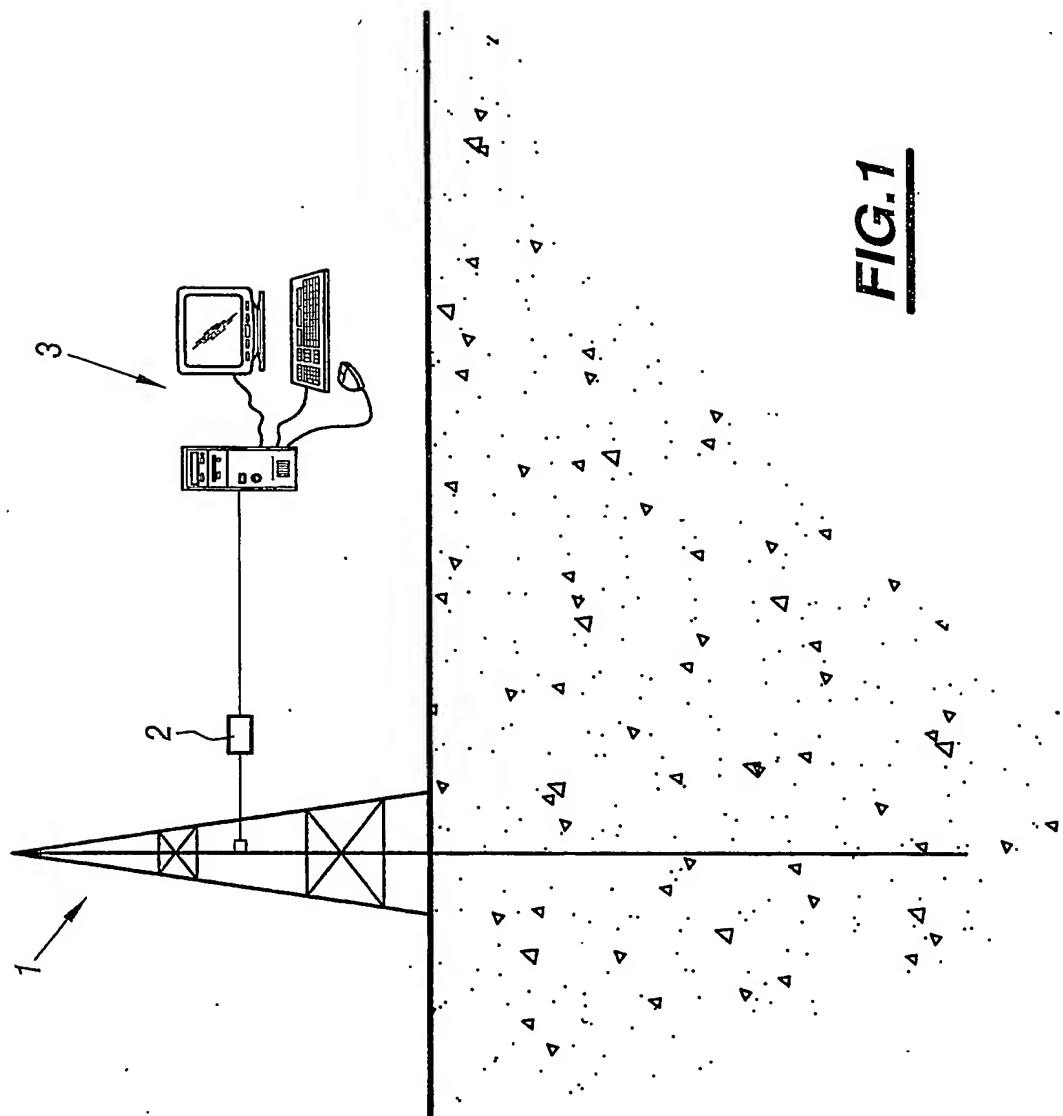
10 Une analyse par d'autres méthodes, des méthodes numériques notamment, permet alors de définir une corrélation entre cette signature et les possibilités d'extraction d'hydrocarbures. Ainsi, la signature permet de définir un indicateur particulièrement pertinent pour les prospecteurs de l'industrie pétrolière à tout type de champ pétrolifère notamment.

## **REVENDICATIONS**

1. Procédé d'analyse de la composition en hydrocarbures de couches géologiques homogènes traversées par un forage de puits, ledit forage générant un effluent, dans lequel un relevé des teneurs en une pluralité d'hydrocarbures gazeux est effectué à différentes profondeurs successives, ledit procédé comportant au moins :
- 5 - l'établissement à profondeur sensiblement identique d'une pluralité de ratios de teneurs d'hydrocarbures gazeux deux à deux, pour au moins une plage de profondeur ;
- 10 - le choix, parmi ladite pluralité de ratios, d'un sous-ensemble de ratios de référence pour constituer une signature représentative de la composition en hydrocarbures gazeux dudit effluent dans ladite au moins une plage de profondeur, la signature étant formée par au moins une droite prise dans un ensemble de droites, chaque droite de valeur de pente déterminée représentant
- 15 la teneur en un premier hydrocarbure gazeux par rapport à la teneur en un deuxième hydrocarbure gazeux ;
- la comparaison de ladite signature avec des signatures de référence afin de déterminer la teneur en hydrocarbures de la couche géologique correspondant à ladite au moins une plage de profondeur.
- 20 2. Système d'analyse de la composition en hydrocarbures de couches géologiques homogènes traversées par un forage de puits, ledit forage générant un effluent, ledit système d'analyse comportant au moins des moyens d'analyse des teneurs d'une pluralité d'hydrocarbures gazeux dudit effluent et des moyens de stockage desdits teneurs en fonction de la profondeur du forage, ledit système
- 25 d'analyse comportant en outre des moyens de calcul connectés aux moyens de stockage aptes à calculer une pluralité de ratios de teneurs d'hydrocarbures gazeux à profondeur sensiblement identique, ainsi que des moyens aptes à afficher ladite pluralité de ratios sous forme d'une pluralité de graphiques, chaque graphique représentant la teneur en un premier hydrocarbure en fonction de la
- 30 teneur en un deuxième hydrocarbure pour au moins une plage de profondeur, un au moins des graphiques parmi la pluralité de graphiques représentant une signature de la couche géologique pour ladite plage de profondeur, caractérisé en ce que chaque graphique de la signature est représenté par une droite de valeur de pente déterminée.

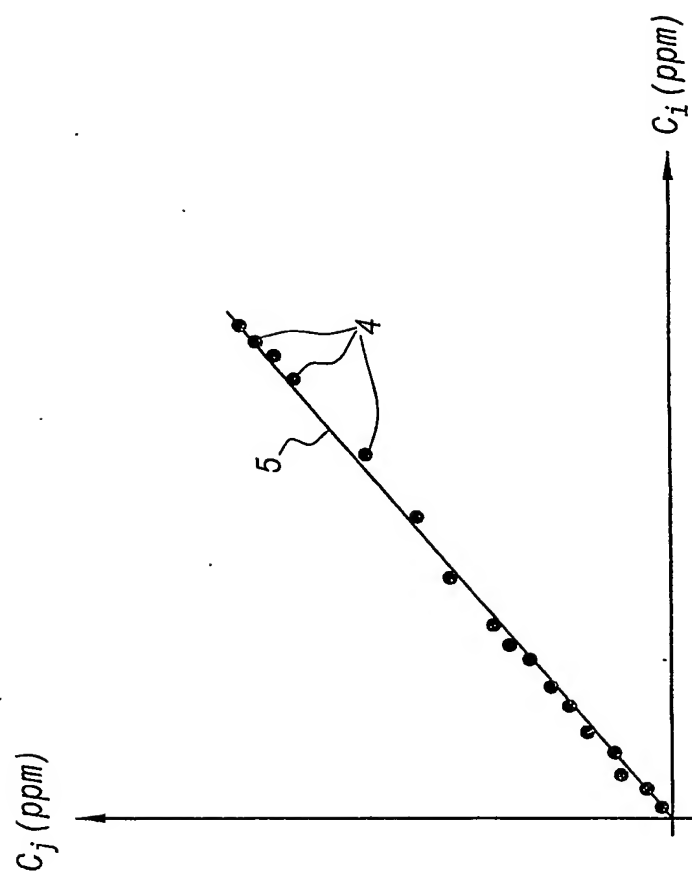
3. Système d'analyse selon la revendication 2, caractérisé en ce que le système d'affichage peut en outre superposer les graphiques correspondant à au moins deux couches géologiques homogènes.

- 5 4. Structure de données numériques enregistrée sur un support de mémorisation pour exécution par un ordinateur, caractérisée en ce qu'elle comprend des valeurs numériques d'au moins un couple de teneurs en hydrocarbures gazeux, lesdites valeurs numériques étant représentées sur une droite de valeur de pente déterminée correspondant à une plage de profondeur et représentatives de la signature d'une couche géologique.

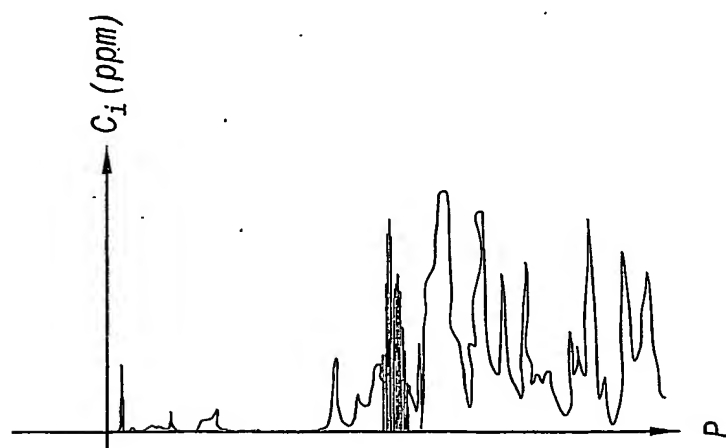




2/3

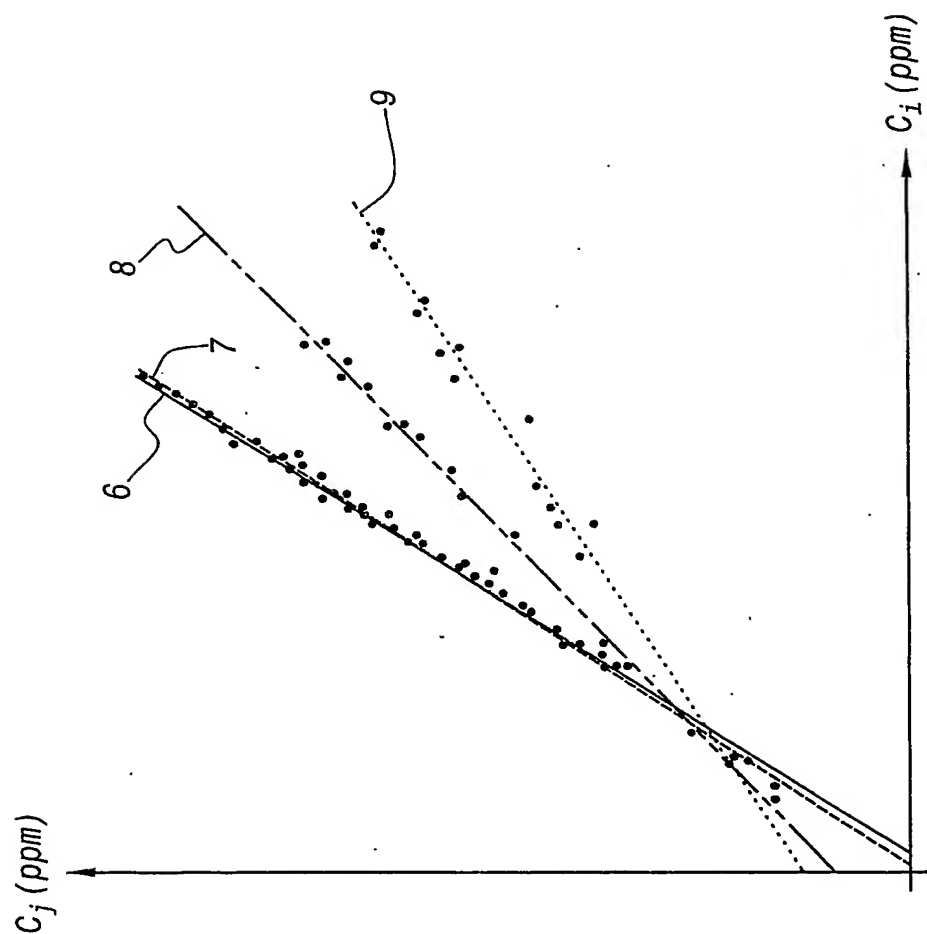


**FIG.2B**



**FIG.2A**

3/3

**FIG.3**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No  
 PCT/FR2004/002471

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 E21B49/00 G01V9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 E21B G01V

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, TULSA

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| X        | US 2 938 117 A (SCHMIDT KARL H)<br>24 May 1960 (1960-05-24)<br>cited in the application<br>column 2, line 13 - line 19; figures 1,6<br>column 8, line 3 - line 36 | 1-4                   |
| X        | US 4 765 182 A (BOONE DANIEL E)<br>23 August 1988 (1988-08-23)<br>column 7, line 1 - line 45; figure 2  | 4                     |
| A        | -----<br>-/--   | 1,2                   |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 February 2005

Date of mailing of the international search report

16/02/2005

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dantine, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/002471

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A          | <p>B. O. PIXLER: "Formation Evaluation by Analysis of Hydrocarbon Ratios"<br/>SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS,<br/>vol. SPE, no. 2254,<br/>29 September 1968 (1968-09-29), - 2<br/>October 1968 (1968-10-02) pages 665-670,<br/>XP002278943<br/>Houston<br/>cited in the application<br/>Voire l'entiereté du document<br/>-----</p> | 1,2,4                 |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002471

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 2938117                                | A | 24-05-1960          | NONE                       |                     |
| US 4765182                                | A | 23-08-1988          | US 4961343 A               | 09-10-1990          |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PC 17 FR2004/002471

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 E21B49/00 G01V9/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 E21B G01V

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, TULSA

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

| Catégorie * | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents   | no. des revendications visées |
|-------------|--|-------------------------------|
| X           | US 2 938 117 A (SCHMIDT KARL H)<br>24 mai 1960 (1960-05-24)<br>cité dans la demande<br>colonne 2, ligne 13 - ligne 19; figures<br>1,6<br>colonne 8, ligne 3 - ligne 36 | 1-4                           |
| X           | US 4 765 182 A (BOONE DANIEL E)<br>23 août 1988 (1988-08-23)   | 4                             |
| A           | colonne 7, ligne 1 - ligne 45; figure 2<br>-----<br>-/--   | 1,2                           |

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

9 février 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

16/02/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Dantine, P

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/002471

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents   | no. des revendications visées |
|-----------|--|-------------------------------|
| A         | <p>B. O. PIXLER: "Formation Evaluation by Analysis of Hydrocarbon Ratios"<br/> SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS,<br/> vol. SPE, no. 2254,<br/> 29 septembre 1968 (1968-09-29), - 2<br/> octobre 1968 (1968-10-02) pages 665-670,<br/> XP002278943<br/> Houston<br/> cité dans la demande<br/> Voire l'entiereté du document<br/> -----</p> | 1,2,4                         |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs : nombres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2004/002471

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |   | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|---|------------------------|---|------------------------|
| US 2938117                                      | A | 24-05-1960             | AUCUN                                   |                        |
| US 4765182                                      | A | 23-08-1988             | US 4961343 A                            | 09-10-1990             |